

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Geun-Young YEOM et al.  
Title: 3-GRID NEUTRAL BEAM SOURCE USED FOR ETCHING  
SEMICONDUCTOR DEVICE  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 04/01/2004  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

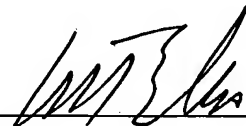
Republic of Korea Patent Application No. 10-2004-0013484  
filed 02/27/2004.

Respectfully submitted,

Date: April 1, 2004

FOLEY & LARDNER LLP  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5485  
Facsimile: (202) 672-5399

By



William T. Ellis  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,874



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출 원 번 호 : 10-2004-0013484

Application Number

출 원 년 월 일 : 2004년 02월 27일

Date of Application FEB 27, 2004

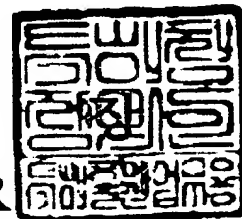
출 원 인 : 학교법인 성균관대학

Applicant(s) SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY

2004년 03월 12일

특 허 청

COMMISSIONER



온라인발급문서(발급문일자:2004.03.12 발급번호:5-5-2004-004275194)

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2004.02.27
【발명의 명칭】	삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스
【발명의 영문명칭】	3-grid neutral beam source
【출원인】	
【명칭】	학교법인 성균관대학
【출원인코드】	2-2000-046202-2
【대리인】	
【성명】	이상찬
【대리인코드】	9-2000-000345-4
【포괄위임등록번호】	2001-008301-7
【대리인】	
【성명】	박기환
【대리인코드】	9-2000-000370-4
【포괄위임등록번호】	2001-008294-1
【대리인】	
【성명】	신양환
【대리인코드】	9-2000-000371-1
【포괄위임등록번호】	2001-008299-7
【대리인】	
【성명】	윤여표
【대리인코드】	9-2000-000372-7
【포괄위임등록번호】	2001-008304-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	염근영
【성명의 영문표기】	YEOM, GEUN YOUNG
【주민등록번호】	580202-1074215
【우편번호】	138-200
【주소】	서울특별시 송파구 문정동 페밀리아파트 203동 106호
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 이도행  
 【성명의 영문표기】 LEE,DO HAING  
 【주민등록번호】 760102-1031126  
 【우편번호】 440-320  
 【주소】 경기도 수원시 장안구 율전동 360-4 성원주택 203호  
 【국적】 KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 박병재  
 【성명의 영문표기】 PARK,BYOUNG JAE  
 【주민등록번호】 771211-1241614  
 【우편번호】 321-923  
 【주소】 충청남도 계룡시 남선면 남선리 950 군인아파트 110동 401호  
 【국적】 KR

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 이상찬 (인) 대리인  
 박기환 (인) 대리인  
 신양환 (인) 대리인  
 윤여표 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】	19 면	38,000 원
【가산출원료】	0 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	2 항	173,000 원
【합계】	211,000 원	
【감면사유】	학교	
【감면후 수수료】	105,500 원	

**【요약서】**

**【요약】**

본 발명은 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스(neutral beam source)에 관한 것으로서, 플라즈마 발생챔버와 그리드 어셈블리와 반사체를 구비한 중성빔 식각장치에 있어서, 상기 그리드 어셈블리(15)는 3개의 그리드를 중첩시켜서 이루어지되, 플라즈마 발생챔버에 인접된 최상부의 제1그리드(15a)에는 양(+)전압을 인가하여 가속시키고, 중간부의 제2그리드(15b)에는 접지를 연결하며, 최하부의 제3그리드(15c) 및 반사체에는 상기 제1그리드 보다 낮은 양(+)전압을 인가함으로써, 낮은 이온 에너지에서도 높은 이온 플럭스(flux)량을 얻을 수 있다.

**【대표도】**

도 3

**【색인어】**

그리드, 이온빔, 통과, 중성빔, 식각, 접지, 이온 플럭스, 반도체

【명세서】

【발명의 명칭】

삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스 { 3-grid neutral beam source }

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술의 일실시예에 대한 도면

도 2a는 도 1에서 이온 밀도를 나타낸 도면대용 사진

도 2b는 도 1에서 전압의 변동을 나타낸 도면대용사진이다

도 3은 본 발명에 따른 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스에 대한 분해 사시도

도 4는 도 3의 결합된 단면도

도 5a는 본 발명의 이온 밀도를 나타낸 도면대용 사진

도 5b는 본 발명의 전압의 변동을 나타낸 도면대용사진이다

도 6은 종래 기술과 본 발명의 가속전압에 대한 이온 발생량을 비교한 도면

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스를 사용하여 Si와 SiO<sub>2</sub>를 식각한 결과를 종래 이중 그리드 중성빔 소오스와 비교하여 도시한 도면.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

11 : 플라즈마 발생챔버

14 : 유도코일

15a : 제1그리드

15b : 제2그리드

15c : 제3그리드

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스(neutral beam source)에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이온빔을 중성빔으로 전환시켜주는 종래 중성빔 소오스에서 그리드의 구조를 개선하여 낮은 에너지로도 높은 이온 플럭스(flux)량을 얻을 수 있도록 한 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스에 관한 것이다.
- <15> 일반적으로, 이온빔 소오스는 대면적의 균일한 이온빔이 요구되는 분야에서 기술적으로 사용되고 있다. 특히, 이러한 균일한 이온빔은 반도체 분야에서 널리 이용되고 있으며, 반도체 기판내에 특정의 불순물을 이온주입하기 위해서 사용되기도 하며, 반도체기판상의 특정 물질층을 증착하거나 식각하기 위해 사용된다. 여기서 이온빔 소오스는 가스를 이온상태로 만들어주는 역할을 하며, 이온화된 가스를 추출하여 원하는 방향으로 가속하여 공급해주는 장치이다.
- <16> 그러나, 이러한 종래 이온빔 소오스에 의한 식각장비에서는 식각 공정을 수행하기 위한 다량의 이온들이 존재하고, 이들 이온들이 수백 eV의 에너지로 반도체기판 또는 반도체기판상의 특정 물질층에 충돌되기 때문에 반도체기판의 특정 물질층에 물리적, 전기적 손상을 야기시키는 문제점이 있었다.
- <17> 따라서, 본 출원인은 이러한 종래 기술의 문제점을 해소하기 위해 대한민국 공개번호 특2002-92482호의 '이온 플럭스가 향상된 이온빔 소오스'를 출원한 바 있다.
- <18> 첨부된 도면 중에서, 도 1은 헬리컬 RF 코일을 구비하는 유도결합(inductively coupled) RF(Radio Frequency)형 이온 소오스를 개략적으로 나타낸 도면이다

- <19> 도 1을 참조하면, 유도결합형 RF 이온 소오스(10')는 전형적으로 쿼츠로 만들어진 플라즈마 발생챔버(11')를 포함한다. 또한, 상기 플라즈마 발생챔버(11')의 천정에는 반응가스를 공급하기 위한 가스 공급구(19')가 구비되며, 플라즈마 발생챔버(11')의 외벽에는 유도코일(14')이 감겨져 있으며, 유도코일(14')은 RF 매치박스(12')에 연결되어 있으며, RF 매치박스(12')는 RF 파워를 공급할 수 있는 RF 파워서플라이(13')에 연결되어 있다.
- <20> 또한, 상기 이온 소오스(10')의 하단부에는 이온빔이 통과할 수 있는 다중의 이온빔 통과부(150')를 갖는 이중 그리드 어셈블리(15')가 구비되며, 상기 플라즈마 발생챔버(11')로부터 이온들의 추출을 제어한다.
- <21> 그런데, 상기 이온빔 소오스가 구비된 식각장비에서는 식각 공정을 수행하기 위한 다량의 이온들이 존재하고, 이들 이온들이 수백 eV의 에너지로 반도체기판 또는 반도체기판상의 특정 물질층에 충돌되기 때문에 반도체기판이나 이러한 특정 물질층에 물리적, 전기적 손실을 야기시킨다.
- <22> 따라서, 이러한 이온빔 소오스의 문제점을 해소하기 위해 본 출원인은 대한민국 특허 등록번호 10-412953에 개시된 '중성빔을 이용한 식각장치'를 출원한 바 있다.
- <23> 이의 개략적인 구성을 살펴보면, 이온빔을 추출하는 플라즈마 발생챔버가 구비된 이온소오스와; 상기 이온소오스 하단에 위치한 이중 그리드 어셈블리와; 상기 이중 그리드 어셈블리의 하단에 위치한 반사체;를 포함하여 구성된다.
- <24> 도 2a 및 도 2b는 상기 '중성빔을 이용한 식각장치'에서 이중 그리드 어셈블리에 전압을 인가하였을 때 이온의 밀도 변화를 시뮬레이션으로 나타낸 것이다.



- <25> 즉, 도 2a에 나타낸 바와 같이, 첫번째 그리드(15a')에 인가된 전압이 플라즈마 발생 챔버 측으로 깊이 영향을 미치지 못하여 플라즈마 발생 챔버 측에는 이온밀도가 매우 높고, 이에 비해 이온빔 통과부(150')를 통해 이동하는 이온의 가속도와 이동량이 미미함을 알 수 있다.
- <26> 또한, 도 2b에 나타낸 바와 같이, 첫번째 그리드(15a')에 인가된 전압이 두번째 그리드(15b')에서 현저히 낮아짐과 동시에 이온 플럭스(flux)량도 감소하게 됨을 알 수 있다.
- <27> 따라서, 종래 이중 그리드를 이용한 중성빔 식각장치는 이온 발생량을 증가시키기 위해서 즉, 그리드 어셈블리를 통과하는 이온의 가속도와 이동량을 증가시키기 위해서는 그리드의 전압을 증가시킬 수 밖에 없고, 그에 따라 이온 에너지도 증가될 수 밖에 없는데, 이렇게 이온 에너지가 증가되면 이온의 운동에너지가 증가됨으로써 식각공정에서 반도체 기판에 손상을 주게 되는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <28> 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로, 종래 중성빔 식각장치에서 가속, 접지, 감속 기능을 갖는 그리드를 중첩시켜서 그리드 어셈블리를 구성함으로써, 가속 그리드와 접지 그리드를 통한 전위차에 의해 이온 플럭스(flux)량을 증가시키고, 그 후단에 위치한 감속 그리드에서 다시 이온 에너지를 감소시킴으로써, 낮은 이온 에너지에서도 높은 이온 플럭스(flux)량을 얻을 수 있도록 하여, 반도체 기판에 손상을 주지 않으면서도 식각능력은 더욱 향상될 수 있도록 한 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스를 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <29>       상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은,
- <30>       플라즈마 발생챔버와, 그리드 어셈블리와, 반사체를 구비한 중성빔 식각장치에 있어서,
- <31>       상기 그리드 어셈블리는 3개의 그리드를 중첩시켜 이루어지며, 플라즈마 발생챔버와 인접된 최상부의 제1그리드에는 양(+)전압을 인가하고, 중간부의 제2그리드는 접지를 연결하며, 최하부의 제2그리드 및 반사체에는 상기 제1그리드 보다 낮은 양(+)전압을 인가시켜서 이루어짐을 특징으로 한다.
- <32>       이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 토대로 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- <33>       첨부된 도면 중에서, 도 3은 본 발명에 따른 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스에 대한 분해사시도이고, 도 4는 도 3의 결합된 단면도, 도 5a는 본 발명의 이온 밀도를 나타낸 도면대용 사진, 도 5b는 본 발명의 전압의 변동을 나타낸 도면대용사진, 도 6은 종래 기술과 본 발명의 가속전압에 대한 이온 발생량을 비교한 도면, 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스를 사용하여 Si과 SiO<sub>2</sub>를 식각한 결과를 종래 이중 그리드 중성빔 소오스와 비교하여 도시한 도면이다.
- <34>       먼저, 본 발명은 본 출원인이 선출원한 바 있는 대한민국 특허 등록번호 10-412953에 개시된 '중성빔을 이용한 식각장치'에 대한 개량발명이므로 이에 기재된 이온소오스와 그리드 어셈블리와 반사체를 기본적인 구성으로 한다.

- <35>        상기 기본 구성외에 본 발명은 도 3에 나타난 바와 같이, 플라즈마 발생챔버(11)의 하부측에 제1 및 제2, 제3그리드(15a)(15b)(15c)를 순차적으로 중첩시켜서 그리드 어셈블리(15)를 형성한다.
- <36>        그리고, 상부의 제1그리드(Acceleration grid)(15a)에는 양(+)전압을 인가하고, 상기 제1그리드(15a)의 하부측에 연접된 제2그리드(Ground grid)(15b)에는 접지(Ground)를 연결하며, 상기 제2그리드(15b)의 하부측에 연결된 제3그리드(Deceleration grid)(15c)에는 상기 제1그리드(15a)와 동일한 극성의 전압(양전압)을 인가시킨다.
- <37>        상기 플라즈마 발생챔버(11)는 천정에 반응가스를 공급하기 위한 가스공급구(19)가 구비되며, 외벽에는 유도코일(14)이 감겨져 있고, 상기 유도코일(14)은 RF 매치박스(12)에 연결되어 있으며, RF 매치박스(12)는 RF 파워를 공급할 수 있는 RF 파워서플라이(13)에 연결되어 있다.
- <38>        상기 제1그리드(15a)에는 수십 내지 수백 V의 높은 양(+)전압을 인가시킬 수 있는 양전압 파워서플라이가 연결된다.
- <39>        상기 제2그리드(15b)는 접지에 의해 0 V의 전압이 인가되게 한다.
- <40>        상기 제3그리드(15c)에는 상기 제1그리드(15a)와 동일한 극성의 양(+)전압을 인가하되 제1그리드(15a)보다 낮은 전압을 인가함으로써 중성화 과정에서 이온이 높은 에너지를 얻지 못하도록 한다.
- <41>        상기 제1그리드(15a) 및 제2그리드(15b), 제3그리드(15c)의 사이에는 절연물질로 매립된 절연체영역(16)이 형성되어지되, 상기 다수의 그리드의 이온빔 통과부(150)가 서로 통할 수 있도록 이온빔 통과부(150)에 외접되게 절연체영역(16)을 형성시킴이 바람직하다.

- <42>       상기 절연물질은 유전상수가 3 내지 5 정도 되는 옥사이드계나 유전상수가 6 내지 9 정도가 되는 나이트라이드계 또는 유전상수가 수십에 이르는 강유전체 물질을 단일 또는 혼합시켜 사용된다.
- <43>       또한, 상기 제3그리드(15c)의 후단에는 입사되는 이온빔을 반사시켜 중성빔으로 전환시켜주는 반사체(30)가 밀착되어 있다. 상기 반사체(30)의 재질은 반도체기판, 이산화규소 또는 금속기판으로 이루어질 수 있으며, 반사체(30) 내의 반사체홀(31)의 표면만이 이들 재질로 구성될 수도 있다.
- <44>       이때, 상기 반사체(30)에는 상기 제3그리드(15c)에 인가되는 전압과 동일한 전압이 인가됨으로써 통과되는 이온의 에너지가 계속 유지될 수 있도록 한다.
- <45>       상기 반사체(30)에 관한 설명은 대한민국 특허 등록번호 10-412953에 개시된 '중성빔을 이용한 식각장치'에 이미 공지되어 있으므로 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- <46>       이와 같이 구성된 본 발명의 실시예를 설명하기로 한다.
- <47>       첨부된 도 5a 및 도 5b는 본 발명에 전압을 인가하였을 때 이온의 밀도 변화를 시뮬레이션으로 나타낸 것이다.
- <48>       도 5a를 참조하여 살펴보면, 제1그리드(15a)에 인가된 전압의 영향범위(field)가 플라즈마 발생챔버(11) 측까지 깊이 미치게 됨으로써 플라즈마 발생챔버 측의 이온 밀도가 종래(도 2a 참조)보다 현저히 낮아졌음을 알 수 있고, 또한 이온빔 통과부(150)을 통해 이동되는 이온의 량과 가속도가 현저히 향상되었음을 알 수 있다.

- <49> 도 5b는 전압의 변동을 나타낸 도면으로써, 제1그리드(15a)에 인가되었던 전압이 제2그리드(15b)에서 현저히 낮아졌다가 제3그리드(15c)에서 다시 높아지면서 제2그리드(15b) 및 제3그리드(15c)를 통과하는 이온 발생량도 종래(도 2b 참조)보다 현저히 증가되었음을 알 수 있다.
- <50> 한편, 도 6은 이중 그리드가 채용된 종래 기술과 삼중 그리드를 채용한 본 발명의 식각장치를 이용하여 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 이온 발생량을 비교한 그래프이다.
- <51> 좀 더 그래프를 설명하자면, x 축은 최종 그리드(본 발명에서는 제3그리드임.)에 인가되는 전원을 의미하며, y 축은 이온 발생량을 의미한다.
- <52> 그리고,  $V_3$ 는 종래 이중 그리드 식각장치에서 가속전압에 대한 이온발생량을 나타낸 것이고,  $V_1$ 은 제1그리드에 100V, 200V, 300V를 인가했을 때 가속전압에 대한 이온발생량을 나타낸 것이다.
- <53> 예를 들어, 종래 이중 그리드 식각장치에서 최초 및 최종 그리드에 300 V 를 인가했을 때 이온 발생량은 약  $26 \sim 27 \mu\text{m}/\text{cm}^2$  이다.
- <54> 상기한 이온 발생량  $26 \sim 27 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ 를 얻기 위해서 본 발명의 삼중 그리드 식각장치에서는 제1그리드에 300 V를 인가한 후 최종 제3그리드에는 100 V 정도만 인가해주면 상기한 이온 발생량  $26 \sim 27 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ 를 충분히 얻을 수 있음을 알 수 있다.
- <55> 마찬가지로 종래 이중 그리드 식각장치에서 최종 그리드에 200 V 를 인가했을 때 이온 발생량은 약  $15 \mu\text{m}/\text{cm}^2$  이지만, 본 발명에서는 제1그리드에 200 V를 인가한 후 제3그리드에는 100 V 정도만 인가해주면 상기한 이온 발생량  $15 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ 를 충분히 얻을 수 있게 된다.

- <56> 첨부된 도 7a 및 도 7b는 본 발명에 따른 삼중 그리드를 이용한 중성빔 소오스를 사용하여 Si과 SiO<sub>2</sub>를 식각한 결과를 종래 이중 그리드 중성빔 소오스와 비교하여 도시한 도면이다.
- <57> 이때, 실시조건은 RF power는 1KW를 가하였으며, 가스로는 SF<sub>6</sub>를 50sccm으로 고정하여 주입하였다. 또한, 이중 그리드 중성빔 소오스는 플라즈마 발생챔버 측에 인접한 최초 그리드(Acceleration grid)에 전압을 400 V에서 200 V로 변화를 주며 식각 속도를 관찰하였으며, 본 발명의 삼중 그리드 중성빔 소오스에서는 플라즈마 발생챔버 측에 인접한 제1그리드(15a)에는 400 V의 전압을 동일하게 인가한 상태에서 제3그리드(Deceleration grid)(15c)의 전압을 0 V에서 200 V로 변화를 주며 식각 속도를 관찰하였다.
- <58> 도 7a 및 도 7b에서 보는 바와 같이, 본 발명이나 종래 기술이나 식각 속도의 차이는 종래 이중 그리드보다 본 발명의 삼중 그리드가 높은 것을 알 수 있다.

#### 【발명의 효과】

- <59> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스는, 종래 중성빔 소오스의 구조를 개선한 것으로, 제3그리드에 제1그리드보다 낮은 전압을 인가함으로써 이온의 에너지를 현저히 감소시키되, 이온 플럭스(flux)량이 더욱 향상될 수 있도록 한 것으로, 이온의 운동에너지가 감소됨에 의해 반도체기판이 손상될 위험이 저하될 수 있으며, 이온 플럭스(flux)량의 증가에 의해 식각능력은 더욱 향상될 수 있는 장점이 제공된다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

플라즈마 발생챔버와, 그리드 어셈블리와, 반사체를 구비한 중성빔 식각장치에 있어서,  
상기 그리드 어셈블리(15)는 3개의 그리드를 중첩시켜서 이루어지되, 플라즈마 발생챔버에 인접된 최상부의 제1그리드(15a)에는 양(+)전압을 인가하여 가속시키고, 중간부의 제2그리드(15b)에는 접지를 연결하며, 최하부의 제3그리드(15c) 및 그 후단의 반사체(30)에는 양(+)전압이 인가된 것을 특징으로 하는 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스.

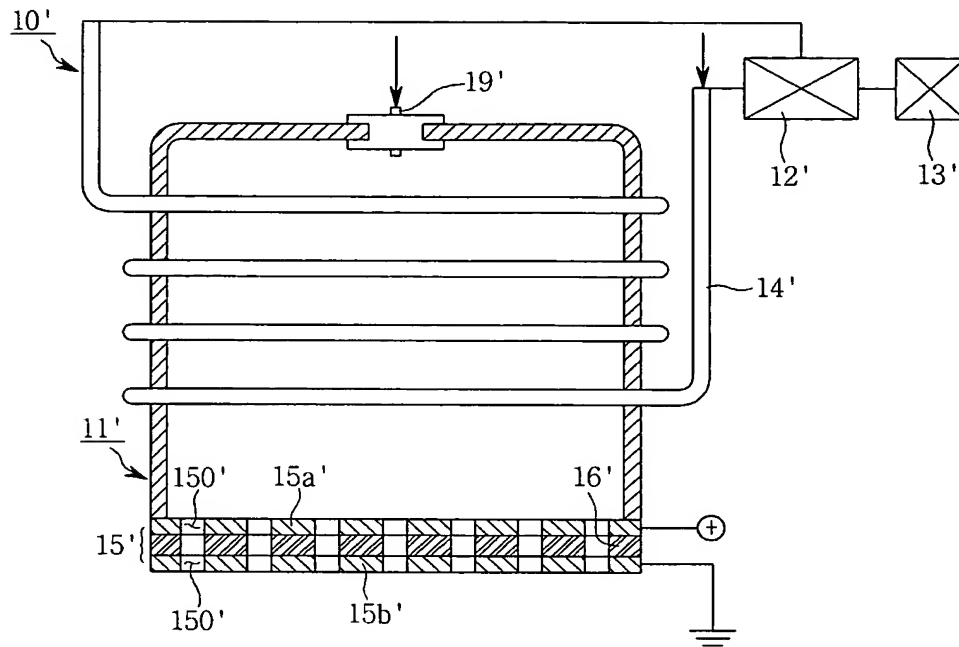
【청구항 2】

제1항에 있어서,

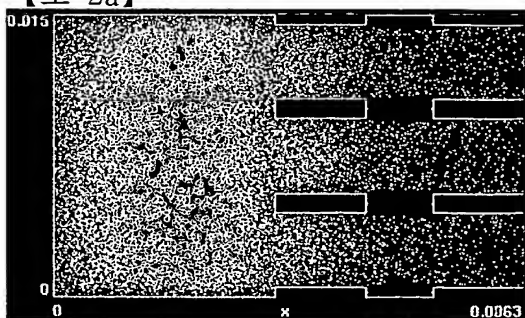
상기 제3그리드(15c) 및 반사체(30)의 전압은 제1그리드(15a)의 전압보다 낮게 인가된 것을 특징으로 하는 삼중그리드를 이용한 반도체 식각용 중성빔 소오스.

【도면】

【도 1】

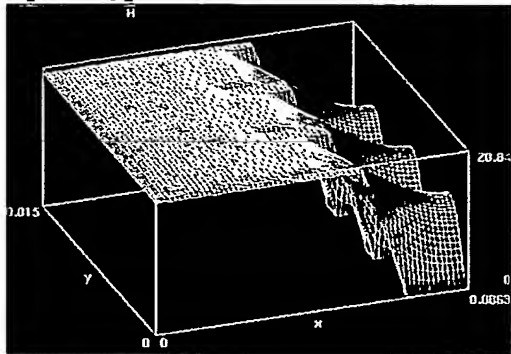


【도 2a】

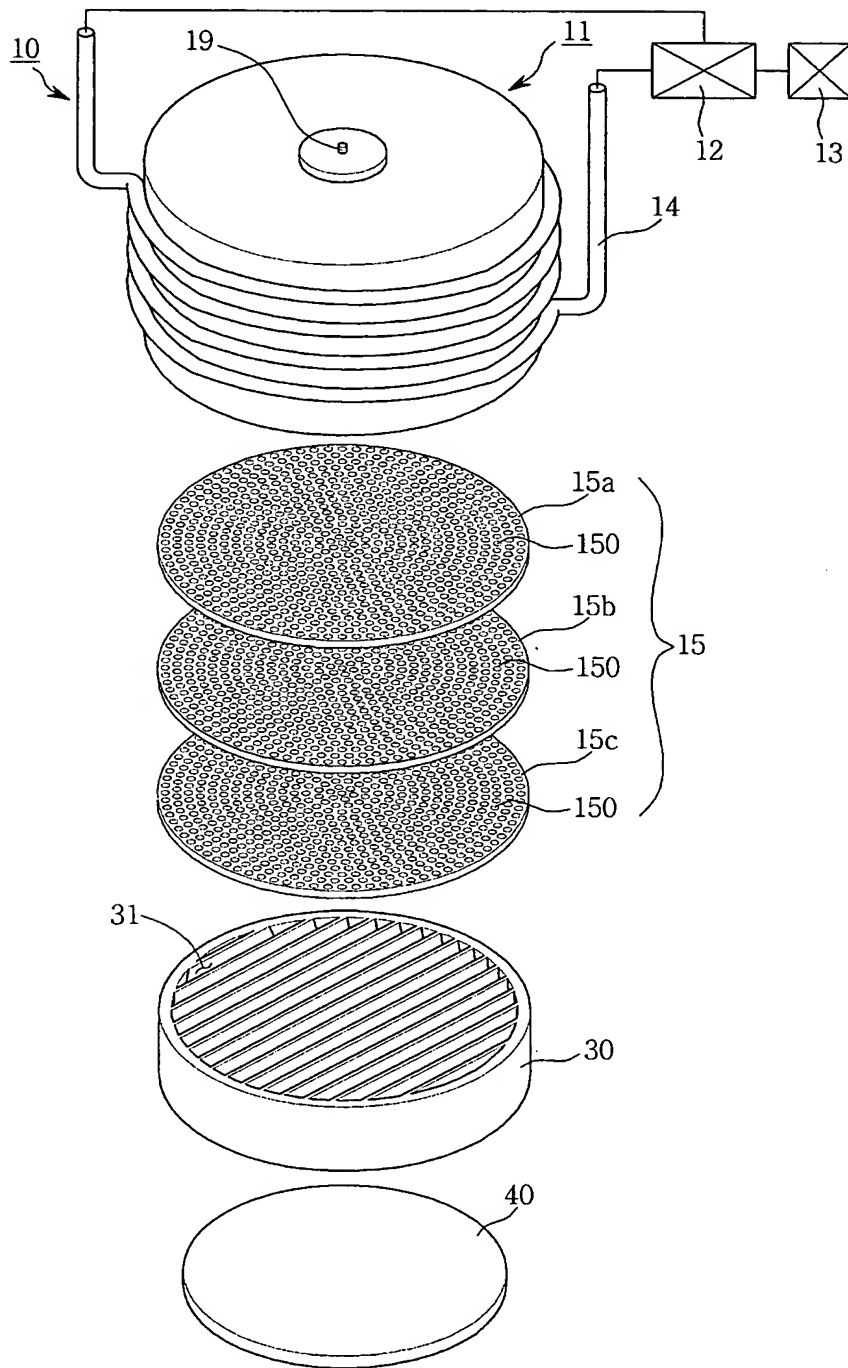




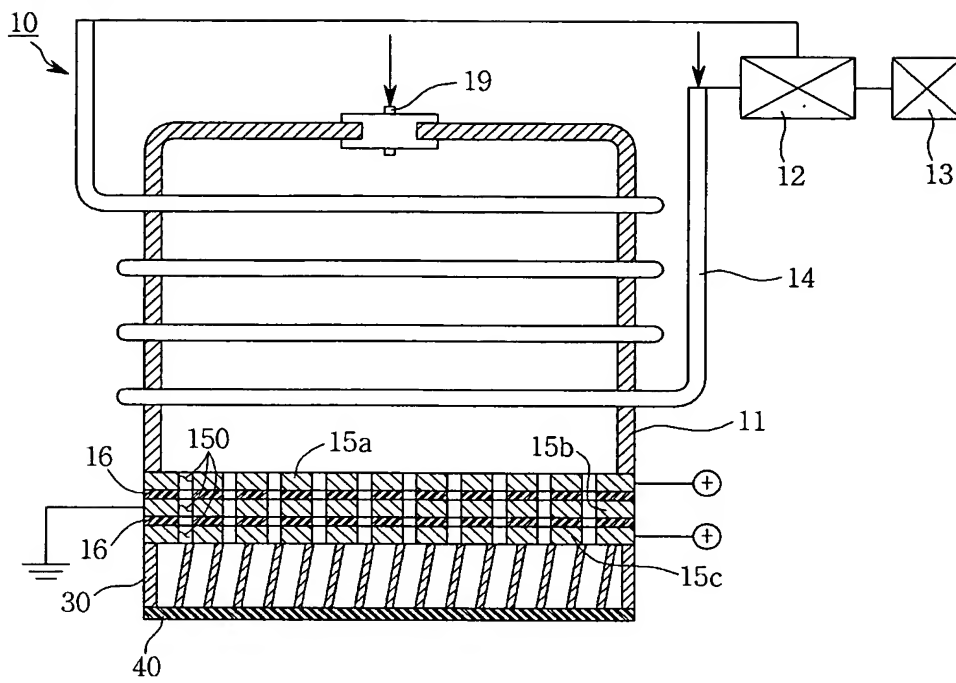
【도 2b】



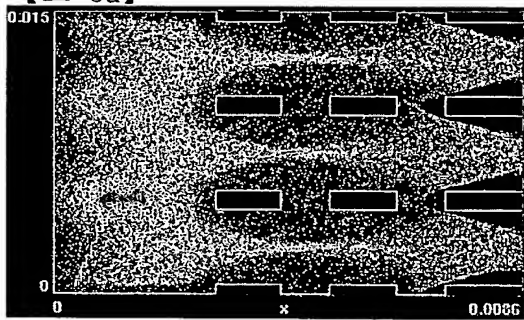
【도 3】



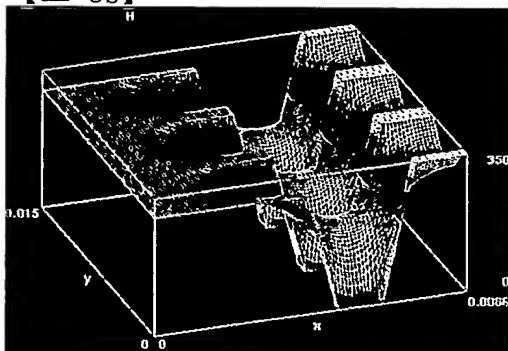
【도 4】



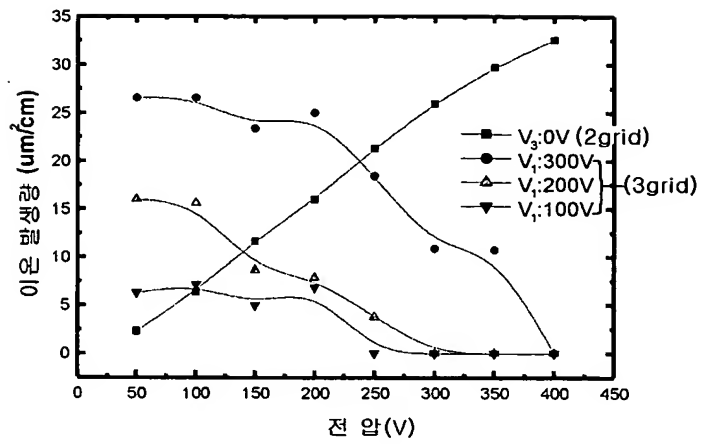
【도 5a】



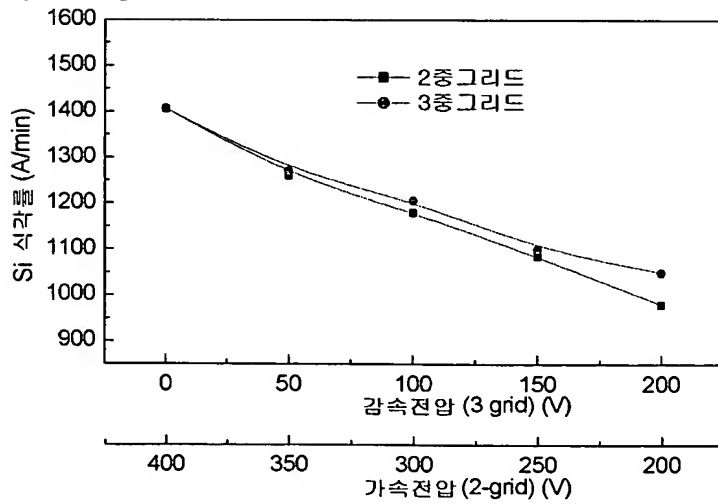
【도 5b】



【도 6】



【도 7a】



【도 7b】

